

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 11 月 25 日 (25.11.2004)

PCT

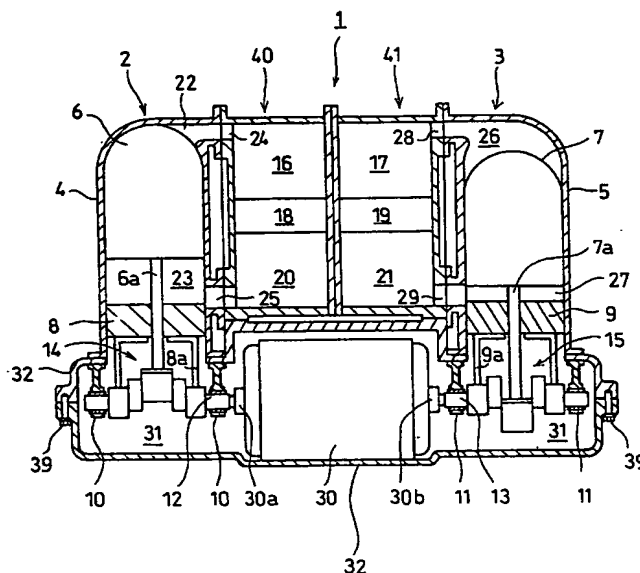
(10) 国際公開番号
WO 2004/101983 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F02G 1/055 千 1078556 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/006151
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 28 日 (28.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2003-134131 2003 年 5 月 13 日 (13.05.2003) JP
特願 2004-112485 2004 年 4 月 6 日 (06.04.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP];
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 正芳 (MORI, Masayoshi) [JP/JP]; 千 3510193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 江原 望, 外 (EHARA, Nozomu et al.); 千 1010046 東京都千代田区神田多町 2 丁目 4 番地 第二滝ビル 江原特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: MULTI-STAGE STIRLING ENGINE

(54) 発明の名称: 多段スターリング機関



(57) Abstract: A multi-stage Stirling engine (1) mounted on a car, wherein displacer pistons (6) and (7) and power pistons (8) and (9) are slidably fitted in series into two cylinders (4) and (5) of the engine, and heated fluid which is exhaust gas from the internal combustion engine mounted on the car flows in series through the cylinders (4) and (5) to heat helium gas as working fluid in the Stirling engine. These two cylinders (4) and (5) are disposed with the orientations thereof aligned with each other, and heaters (16) and (17), regenerative heat exchangers (16) and (17), and coolers (20) and (21) are disposed midway between these cylinders (4) and (5), whereby the flat and compact Stirling engine can be provided.

(57) 要約: 自動車に搭載された多段スターリング機関 1 の 2 個のシリンダ 4、5 内にディスプレーサピストン 6、7 とパワーピストン 8、9 とがそれぞれ摺動自在に直列に嵌装され、自動車に搭載された内燃機関の排気ガスである加熱流体が、シリンダ 4、5 を直列に流れてスターリング

[続葉有]



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

機関内の作動流体であるヘリウムガスを加熱する。2個のシリンダ4、5は、相互に向きを揃えて配置され、それらシリンダ4、5の中間に、加熱器16、17と、再生熱交換器16、17と、冷却器20、21が配設される。かかる構成により、扁平でコンパクトなスターリング機関が得られる。

明 細 書

多段スターリング機関

技 術 分 野

本発明は、加熱流体が複数個のシリンダを直列に加熱するコンパクトな多段スターリング機関に関し、特に、自動車に搭載される内燃機関の排気ガスを加熱流体とした車載用多段スターリング機関に関する。

背 景 技 術

スターリング機関を大別すると、図7Aないし図7Dに示されるように次の4つの形式に大別される。

(1) 図7Aに示すように、直列に接続された加熱器H、再生熱交換器Rおよび冷却器Cを介して2個のシリンダ S_1 、 S_2 の頂部空間が連通され、各シリンダ S_1 、 S_2 にそれぞれパワーシリンダ PP_1 、 PP_2 が摺動自在に嵌装された α 形スターリング機関、

(2) 図7Bに示すように、1個のシリンダS内にディスプレイサピストンDPとパワーピストンPPとが直列に嵌装され、ディスプレイサピストンDPで仕切られたシリンダ内部の2つの空間 S_A 、 S_B が、直列に接続された加熱器H、再生熱交換器Rおよび冷却器Cを介して連通されてなる β 形スターリング機関、

(3) 図7Cに示すように、ディスプレイサピストンDPが嵌装されたディスプレイサシリンダDSと、パワーピストンPPが嵌装されたパワーシリンダPSとからなり、ディスプレイサピストンDPで仕切られたディスプレイシリンダ内部の2つの空間 DS_A 、 DS_B が、直列に接続された加熱器H、再生熱交換器Rおよび冷却器Cを介して連通されるとともに、冷却器Cに接続されるディスプレイサシリンダDSの一方の内部空間 DS_B が、パワーシリンダPSの頂部空間 PS_A に連通されてなる γ 形スターリング機関、

(4) 図7Dに示すように、相互に縦横平行に4個のシリンダ S_1 、 S_2 、 S_3

、 S_4 が配置され、隣り合うシリンダの一方のシリンダ頂部空間 S_A と他方のシリンダ底部空間 S_B とを接続する管路 P に加熱器 H 、再生熱交換機 R および冷却器 C がそれぞれ直列に介装され、4 個のシリンダ S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 の中央に図示されない回転傾斜板が配置され、この回転傾斜板に 4 個のシリンダ S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 のパワーピストン PP_1 、 PP_2 、 PP_3 、 PP_4 が連結されてなるダブルアクティング形スターリング機関、

水冷式内燃機関に 2 個の β 形スターリング機関が付設された特開平 1-294946 号公報に記載の装置における廃熱利用装置では、一方の β 形スターリング機関は、前記水平式内燃機関の冷却水を熱源として動作し、他方の β 形スターリング機関は、前記水冷式内燃機関の排気ガスを熱源として動作するようになっていた。

前述した廃熱利用装置においては、2 個の β 形スターリング機関の熱源が、冷却水と排気ガスであるため、配管が複雑化し、しかも、高い密封性が要求される結果、装置全体の小型軽量化と、コストダウンが困難であった。

また、一方の β 形スターリング機関は、排気ガスより低温の 100°C 程度の冷却水を熱源としているため、スターリング機関のシリンダは 2 個であっても、出力および効率が低かった。

本発明は、上述の難点を克服し、軽量・コンパクトで、信頼性が高く低コストで、しかも出力・効率の高い多段スターリング機関を提供することを目的とする。

発 明 の 開 示

上記目的を達成するため、本発明は、作動流体を内蔵し、かつ内部にディスプレーサピストンとパワーピストンとが摺動自在に直列に嵌装された複数個のシリンダと、複数個のシリンダの内部の作動流体を加熱するために、それぞれのシリンダに関連して設けられ、加熱源からの高温の加熱流体を受ける複数個の加熱器と、前記加熱流体を複数個の加熱器内を直列に流すように設けられた加熱流体流路とを備える多段スターリング機関であって、前記複数個の加熱器と、前記複

数個のシリンダ内の作動流体をそれぞれ冷却する複数個の冷却器と、前記加熱器および冷却器の間に配設された複数個の再生器とからなる複数個の熱交換器が設けられ、前記複数個の加熱器は前記複数個のシリンダの一端にそれぞれ接続されるとともに、前記複数個の冷却器は前記複数個のシリンダの他端にそれぞれ接続され、前記複数個の熱交換器は、前記複数個のシリンダ間に配置されたことを特徴とする多段スターリング機関が提供される。

本発明の多段スターリング機関では、高温の加熱流体を複数個の多段スターリング機関の加熱源とし、複数個のシリンダ内の作動流体をそれぞれ加熱する複数個の加熱器を前記加熱流体が直列に流れて、前記作動流体が加熱されるようになっているので、1個のシリンダのみの単段のスターリング機関に比べて、加熱流体のエネルギーを多く回収してスターリング機関全体の出力を増大させることができる。

また、加熱器、再生器および冷却器よりなる熱交換器が複数個のシリンダ間に配置されているため、小型軽量化が可能となり、さらに、加熱流体が1種類であるため、構造が単純化されてコストダウンが可能となる。

本発明では、前記複数個のシリンダ内のディスプレイサピストンおよびパワーピストンに連結された出力軸と、該出力軸に連結された発電機とを設け、前記出力軸と前記発電機をケース内に密封状に收容する構成をとることができる。

かかる構成により、多段スターリング機関の出力軸のシールが不要となり、シールに伴う摩擦が削減されて、出力および耐久性が向上するとともに、原子量の小さなヘリウムの如き漏洩性の高い気体を作動流体とすることができて、流動抵抗が低下し、しかも作動流体の漏洩による運転コストの増大を回避することが可能となる。

本発明では、前記ケースは、多段スターリング機関のケースの一部を構成するようにすることができる。これにより、構成部材を単純節減化して、小型軽量化を図ることができるとともに、コストダウンを推進できる。

好適には、前記加熱流体は、内燃機関から排出される排気ガスであり、前記加熱流体流路は、該排気ガスを流すために前記複数のシリンダのうちの一つのシリ

シリンダの両側を迂回して当該一つのシリンダに関連する加熱器の両側部に接続された上流側排気管を含むようにする。

かかる構成により、高温の排気ガスを加熱流体とし、かつこの加熱流体を複数個の加熱器でも複数段に亘って加熱源として利用するため、排気エネルギーを有効かつ効率良く電気エネルギーに変換することができ、また、多段スターリング機関の厚みや、隣接するシリンダ間隔と縮小して、小型化を図ることができる。

好適には、前記加熱流体流路は、前記加熱器で作動流体と熱交換した排気ガスを流す下流側排気管を有し、該下流側排気管は、該加熱器に隣接したシリンダの両側を迂回した後、下流側で集合する排気集合管に接続されるようにする。

これにより、多段スターリング機関の厚みや、隣接するシリンダ間隔を縮小して、小型化を図ることができる。

本発明の一形態によれば、前記複数個のシリンダは互いに平行に配置される。また、前記複数のシリンダ内のディスプレイサピストンおよびパワーピストンに連結された出力軸は同一軸上に位置し、その同一軸上に前記発電機が配設される。また、前記複数個の熱交換器が一体化される。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係るスターリング機関の一実施形態をの側面図である。

図 2 は図 1 の平面図である。

図 3 は図 1 の正面図である。

図 4 は、図 2 のIV-IV線に沿って裁断した縦断側面図である。

図 5 は、他の実施形態の図 4 と同様な縦断側面図である。

図 6 は、さらに他の実施形態の図 4 と同様な縦断側面図である。

図 7 Aないし図 7 Dは、従来のスターリング機関の種類を大別して示した説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図 1 ないし図 4 を参照して本発明に係るスターリング機関の一実施形態

について説明する。

本実施形態のスターリング機関1は2段式であり、図示されない自動車に搭載される内燃機関に付設される。スターリング機関1は、該内燃機関より排出された後、図示されない排気浄化装置により浄化された排気ガスを熱源とし、また、前記内燃機関に付設されたクーラで冷却された冷却水を冷源とし、作動流体は、ヘリウム (He_2) ガスである。

2段スターリング機関1は、図1、図2および図4に示されるように、第1段スターリング機関2と第2段スターリング機関3とよりなる。この第1段スターリング機関2および第2段スターリング機関3は、それぞれ、第1シリンダ4および第2シリンダ5を有し、第1シリンダ4および第2シリンダ5は、それぞれ上下鉛直方向に指向する。第1シリンダ4および第2シリンダ5の間には、第1熱交換器40および第2熱交換器41が設けられている。第1シリンダ4および第2シリンダ5は、第1熱交換器40および第2熱交換器41の長手方向の寸法の和に略等しい間隔を存して平行に配置され、図4に示すように、第1シリンダ4および第2シリンダ5の上部には、それぞれ第1ディスプレイサピストン6および第2ディスプレイサピストン7が摺動自在に嵌装され、さらに、その下方にそれぞれ第1パワーピストン8および第2パワーピストン9が摺動自在に嵌装され、第1ディスプレイサピストン6および第2ディスプレイサピストン7のピストンロッド6a、7aは第1パワーピストン8および第2パワーピストン9を摺動自在に貫通している。

さらに、第1シリンダ4および第2シリンダ5の下端面に、1対のカムシャフトホルダー10、11がそれぞれ一体に付設され、このカムシャフトホルダー10、11にそれぞれカムシャフト12、13が回転自在に枢支され、第1ディスプレイサピストン6のピストンロッド6aおよび第1パワーピストン8のピストンロッド8a（図示されず）は、周知のクロスヘッド機構、ロンビック機構またはスコッチヨーク機構の如き連結機構14を介してカムシャフト12に連結されるとともに、第2ディスプレイサピストン7のピストンロッド7aおよび第2パワーピストン9のピストンロッド9a（図示されず）は、前述したような連結機構15を介してカム

シャフト13に連結され、第1ディスプレイサピストン6および第2ディスプレイサピストン7は、第1パワーピストン8および第2パワーピストン9に対してそれぞれ約90°進んだ位相差に設定され、しかも両第1ディスプレイサピストン6、第2ディスプレイサピストン7の間には180°の位相差に設定されている。

さらにまた、カムシャフト12、13の中間に位置して発電機30が配置され、この発電機30の回転軸30a、30bはそれぞれカムシャフト12、13に一体に直結されており、第1段スターリング機関2および第2段スターリング機関3が稼動状態になると、発電機30は回転駆動されるようになっている。

第1シリンダ4および第2シリンダ5の中間に位置して、前記第1熱交換器40および第2熱交換器41が前後（図4では左右）に配設され、第1熱交換器40には、上方から下方に亘って第1加熱器16、第1再生熱交換器18、第1冷却器20が配置されるとともに、第2熱交換器41には、上方から下方に亘って第2加熱器17、第2再生熱交換器19、第2冷却器21が配設され、第1熱交換器40の第1加熱器16、第1再生熱交換器18、第1冷却器20内では、高圧ヘリウムガスが上下方向へ流動することができるヘリウムガス流路が形成され、また、第2熱交換器41の第2加熱器17、第2再生熱交換器19、第2冷却器21内も同様にヘリウムガス流路が形成されている。

そして、第1ディスプレイサピストン6で上下に第1シリンダ4内空間が仕切られて形成された第1上部シリンダ室22および第1下部シリンダ室23は、この第1上部シリンダ室22および第1下部シリンダ室23に隣接した連通路24、25と、第1加熱器16、第1再生熱交換器18、第1冷却器20とを介して連通し、また、第2ディスプレイサピストン7で上下に第2シリンダ5内空間が仕切られて形成された第2上部シリンダ室26および第2下部シリンダ室27は、この第2上部シリンダ室26および第2下部シリンダ室27に隣接した連通路28、29と、第2加熱器17、第2再生熱交換器19、第2冷却器21とを介して連通し、これらの第1上部シリンダ室22、第1下部シリンダ室23、連通路24、25と第2上部シリンダ室26、第2下部シリンダ室27、連通路28、29とには、それぞれ100気圧程度の高圧ヘリウムガ

スが充填されている。

また、第1シリンダ4、第2シリンダ5、第1冷却器20、第2冷却器21の下方に位置したクランク室31を密閉するクランクケース32は、上下に2分割され、ボルト39でもってクランクケース32の上方部分と下方部分とが相互に一体に結合され、このクランク室31内には、前記カムシャフト12、13、連結機構14、15、発電機30が収納されている。

さらに、図2に示されるように、前述した図示されない内燃機関より排出され、排気浄化装置（図示されず）にて浄化された排気ガスを導く排気管33は、第2段スターリング機関3の反対側から第1段スターリング機関2に向って水平に延長し、第1段スターリング機関2の手前側から左右に分岐され、この分岐された分岐排気管34は、第1シリンダ4の頂部を迂回して第1加熱器16の左右両側壁を貫通して第1加熱器16の排気ガス通路に接続され、第1加熱器16、第2加熱器17内では、第1加熱器16の排気ガス通路と第2加熱器17の排気ガス通路とは水平方向に連通し、第2加熱器17の左右両側側壁に分岐排気管35の上流端部が接続され、分岐排気管35は、第2シリンダ5の頂部を迂回して集合して排気集合管36に接続され、排気集合管36の下流端は、図示されない消音器に接続されている。

さらにまた、図1に示すように、内燃機関を循環した冷却水を冷却するラジエータ（図示されず）に接続された冷却水管37、または、このラジエータとは別体に形成されたラジエータ（図示されず）に接続された冷却水管37は、第1段スターリング機関2の右方の側面（図3において）に沿って第2段スターリング機関3に向い水平に延長し、第1冷却器20、第2冷却器21の右方の側壁を、それぞれ並列に貫通して第1冷却器20、第2冷却器21の冷却水通路に接続され、第1冷却器20、第2冷却器21の左方側壁を冷却水戻管38の上流部がそれぞれ並列に貫通して第2冷却器21の冷却水通路に接続されている。

前記発電機30で発電された電力は、前述した自動車走行用内燃機関に付設される図示されない補機、例えば圧縮機、冷却水ポンプ、潤滑油ポンプ、パワーステアリングポンプ等の駆動用モータに供給されるとともに、状況に応じてバッテリー（図示されず）に供給されるようになっている。

図1ないし図4に示す実施形態は前述したように構成されているので、図示されない内燃機関から排出されて排気浄化装置により浄化された排気ガスは、排気管33から左右に分岐して1対の分岐排気管34を流れ、第1加熱器16の左右両側壁より第1加熱器16内に流入し、第2加熱器17を通過して、第1加熱器16、第2加熱器17内の高圧ヘリウムガスと熱交換した後、第2加熱器17の左右両側壁から1対の分岐排気管35にそれぞれ流れて排気集合管36にて合流する。これに伴って第1加熱器16、第2加熱器17内を上下に流動する高圧ヘリウムガスは加熱される。

また、図示されないラジエータにおいて冷却された冷却水は、冷却水管37からそれぞれ第1冷却器20、第2冷却器21の右側壁を貫通して第1冷却器20、第2冷却器21内に流入し、この第1冷却器20、第2冷却器21内の高圧ヘリウムガスと熱交換した後、第1冷却器20、第2冷却器21の左側壁から冷却水戻管38に排出され、第1冷却器20、第2冷却器21内を上下に流動する高圧ヘリウムガスは冷却される。

第1ディスプレイサピストン6、第2ディスプレイサピストン7は、第1パワーピストン8、第2パワーピストン9に対しそれぞれ約 90° 進んだ位相で往復運動し、また第1ディスプレイサピストン6、第2ディスプレイサピストン7間では 180° の位相差となっているため、第1段スターリング機関2および第2段スターリング機関3において、第1上部シリンダ室22、第2上部シリンダ室26の容積と第1下部シリンダ室23、第2下部シリンダ室27の容積変化に対応して、ヘリウムガスが、第1加熱器16、第2加熱器17、第1再生熱交換器18、第2再生熱交換器19および第1冷却器20、第2冷却器21を通過して第1上部シリンダ室22、第2上部シリンダ室26と第1下部シリンダ室23、第2下部シリンダ室27との間で流動し、第1上部シリンダ室22、第2上部シリンダ室26の容積が増大する場合には、両第1上部シリンダ室22、第1下部シリンダ室23と連通路24、25内のヘリウムガスの圧力が増加し、この高圧に昇圧されたヘリウムガスの圧力により、第1パワーピストン8、第2パワーピストン9が下方へ押されて、カムシャフト12、13が回転し、発電機30が駆動される。

発電機30で発生した電力は、図示されない補機の駆動または図示されないパッ

テリの充電に供せられる。

図示されない排気浄化装置を排出して第1加熱器16に流入した高温の排気ガスは、第1段スターリング機関2の加熱源として利用され、第1加熱器16にてヘリウムガスと熱交換して温度低下した排気ガスが第2加熱器17に流入して第2段スターリング機関3の加熱源として利用される。このように、高熱源として2段に亘って排気ガスが利用されるため、多段スターリング機関1全体の出力または効率が向上する。

また、第1段スターリング機関2および第2段スターリング機関3の第1シリンダ4および第2シリンダ5が相互に平行に配列され、この2個の第1シリンダ4と第2シリンダ5間に、第1加熱器16、第2加熱器17、第1再生熱交換器18、第2再生熱交換器19、第1冷却器20、第2冷却器21が鉛直面に沿って隙間なく配置され、これら第1シリンダ4、第2シリンダ5および第1冷却器20、第2冷却器21の下方にクランク室31が形成され、このクランク室31の中央に発電機30が配置されているため、多段スターリング機関1全体の形状が扁平な（図4の紙面に直交する方向に関して薄い）直方体形状となって、コンパクトな形状に形成され、その結果、自動車における狭いエンジンコンパートメント内やフロアシート下方空間のデッドスペースに無理なく収納設置されうる。

また、この多段スターリング機関1は、構造が比較的単純でコンパクトであるため、軽量化と低コスト生産が可能となる。

さらに、第1段スターリング機関2、第2段スターリング機関3、第1加熱器16、第2加熱器17、第1再生熱交換器18、第2再生熱交換器19、第1冷却器20、第2冷却器21および発電機30が1個の密閉容器内に納められ、しかも、密閉容器を貫通する回転軸や摺動軸が存在しないため、100気圧にも達し、分子量の小さな高圧ヘリウムガスが作動流体として用いられていても、大気中にヘリウムガスが放散する惧れがなく、ヘリウムガス散失による高価なヘリウムガスの補充の必要がなくなり、運転コストが低下する。それと同時に、作動流体が分子量の小さなヘリウムガスであるため、多段スターリング機関1内の作動流体の流動損失が少なく、この面でも出力、効率の向上が可能となる。

さらにまた、第1段スターリング機関2、第2段スターリング機関3の中間に発電機30が配置されているため、第1段スターリング機関2、第2段スターリング機関3のカムシャフト12、13の長さが短縮されて、カムシャフト12、13の振れが抑制され、カムシャフト12、13の軽量化と耐久性とを図ることができる。

図1ないし図4に示す実施形態では、第1熱交換器40と第2熱交換器41とは別体に構成されていたが、図5に示されるように、第1熱交換器40と第2熱交換器41のケーシングを一体化し、このケーシングの前後（図5では左右）方向の中央部にて上下鉛直方向に指向した仕切壁42でもって、第1熱交換器40と第2熱交換器41との内部を仕切ってもよい。このように構成すれば、第1熱交換器40、第2熱交換器41を別体に構成せずに一体化できるので、部品点数を減少できるとともに構造を簡略化でき、小型化とコストダウンを同時に達成することができる。

また、図1ないし図4に示す実施形態では、上下に2分割されたクランクケース32で囲まれたクランク室31内に発電機30が収納されていたが、図6に示すように、発電機30における強度・剛性の高いケース30cでもって、クランクケース32の一部を構成してもよく、このような構造では、クランクケース32の重量と材料を大巾に軽減でき、大巾な軽量化とコストダウンを図ることができる。なお、30dは、発電機ケース30cの内周面に配設された界磁で、発電機ケース30cの中心部には、発電機30の回転軸30a、30bと一体のロータ30eが配置されている。

さらに、第1加熱器16および第2加熱器17において、排気ガスと接触する壁面に排気ガス浄化触媒を担持させ、これを排気浄化装置として兼用させてもよい。

さらにまた、前記実施形態では、本発明を β 形2段スターリング機関に適用したが、この段数が3段以上でもよく、また、ディスプレイサシリンダおよびパワーシリンダを複数対備えたいかなる型の多段スターリング機関にも本発明を適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 作動流体を内蔵し、かつ内部にディスプレイサピストンとパワーピストンとが摺動自在に直列に嵌装された複数個のシリンダと、複数個のシリンダの内部の作動流体を加熱するために、それぞれのシリンダに関連して設けられ、加熱源からの高温の加熱流体を受ける複数個の加熱器と、前記加熱流体を複数個の加熱器内を直列に流すように設けられた加熱流体流路とを備える多段スターリング機関であって、

前記複数個の加熱器と、前記複数個のシリンダ内の作動流体をそれぞれ冷却する複数個の冷却器と、前記加熱器および冷却器の間に配設された複数個の再生器とからなる複数個の熱交換器が設けられ、前記複数個の加熱器は前記複数個のシリンダの一端にそれぞれ接続されるとともに、前記複数個の冷却器は前記複数個のシリンダの他端にそれぞれ接続され、前記複数個の熱交換器は、前記複数個のシリンダ間に配置されたことを特徴とする多段スターリング機関。

2. 前記複数個のシリンダ内のディスプレイサピストンおよびパワーピストンに連結された出力軸と、該出力軸に連結された発電機と、前記出力軸と前記発電機を密封状に収容するケースとを備えることを特徴とする請求項1記載の多段スターリング機関。

3. 前記ケースは、多段スターリング機関のケースの一部を構成することを特徴とする請求項2記載の多段スターリング機関。

4. 前記加熱流体は、内燃機関から排出される排気ガスであり、前記加熱流体流路は、該排気ガスを流すために前記複数のシリンダのうちの一つのシリンダの両側を迂回して当該一つのシリンダに関連する加熱器の両側部に接続された上流側排気管を含むことを特徴とする請求項1記載の多段スターリング機関。

5. 前記加熱流体流路は、前記加熱器で作動流体と熱交換した排気ガスを流す下流側排気管を有し、該下流側排気管は、該加熱器に隣接したシリンダの両側を迂回した後、下流側で集合する排気集合管に接続されたことを特徴とする請求項1記載の多段スターリング機関。

6. 前記複数個のシリンダは互いに平行に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の多段スターリング機関。

7. 前記複数のシリンダ内のディスプレイサピストンおよびパワーピストンに連結された出力軸は同一軸上に位置し、その同一軸上に前記発電機が配設されたことを特徴とする請求項 2 記載の多段スターリング機関。

8. 前記複数個の熱交換器が一体化されたことを特徴とする請求項 1 記載の多段スターリング機関。

Fig.1

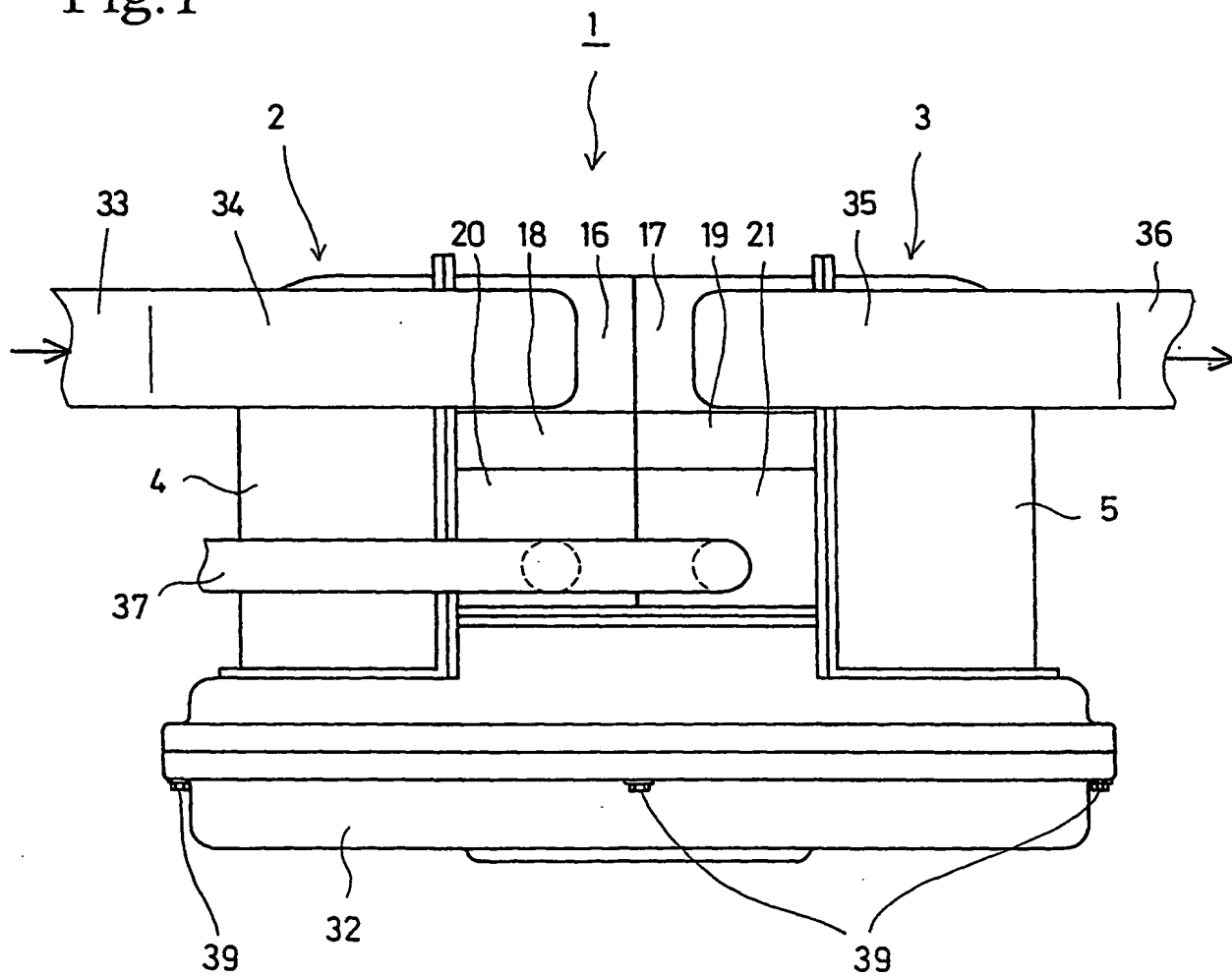


Fig.2

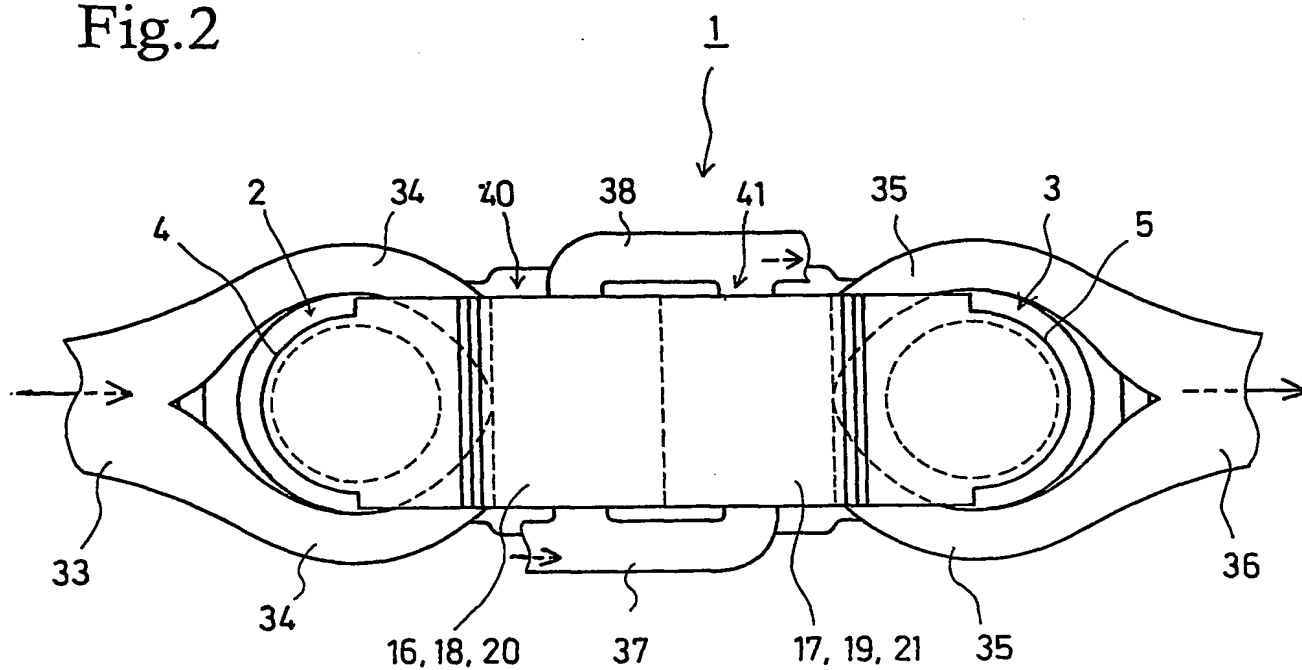


Fig.3

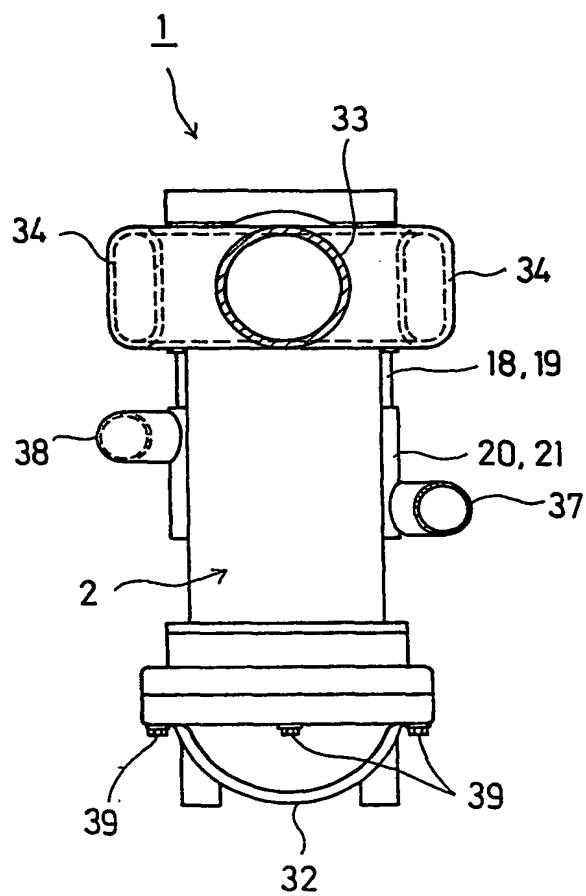


Fig.4

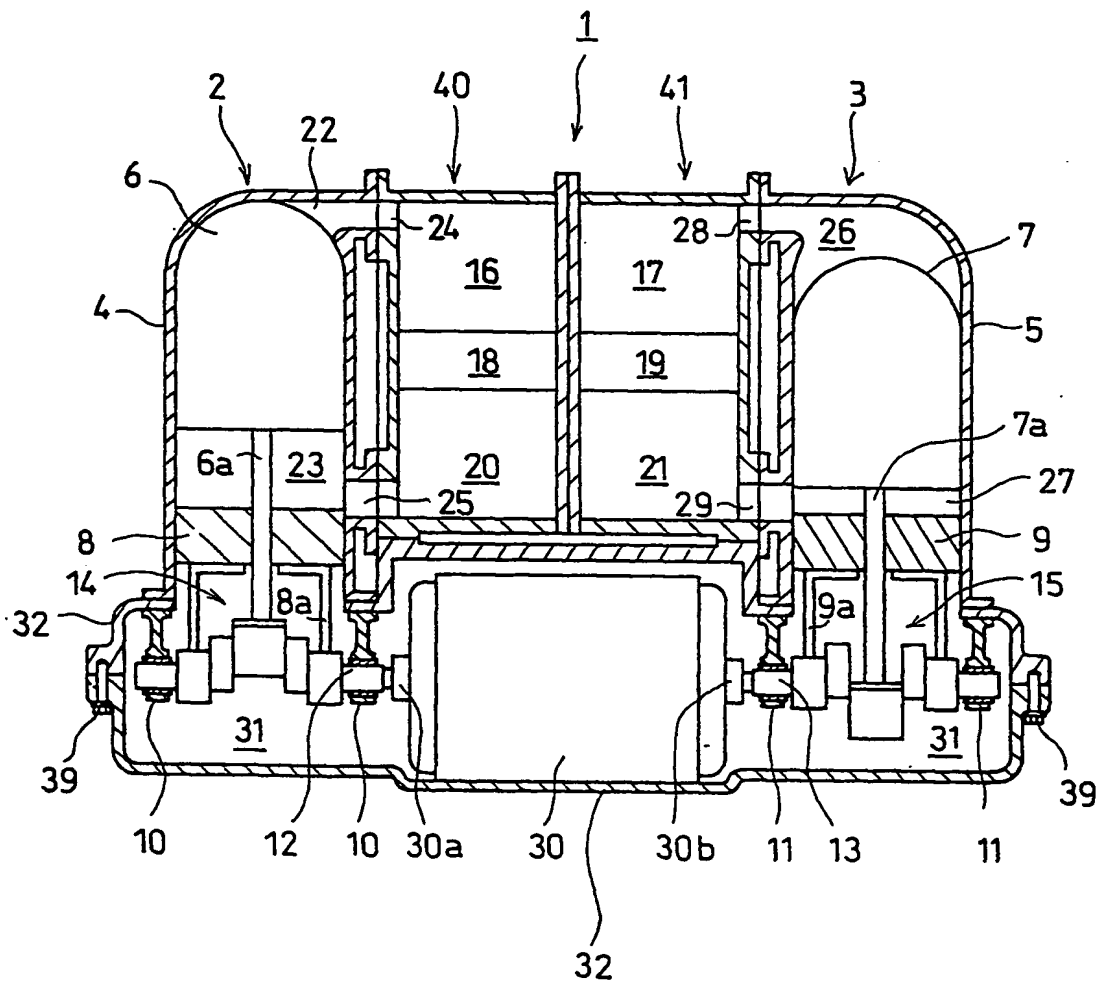


Fig.5

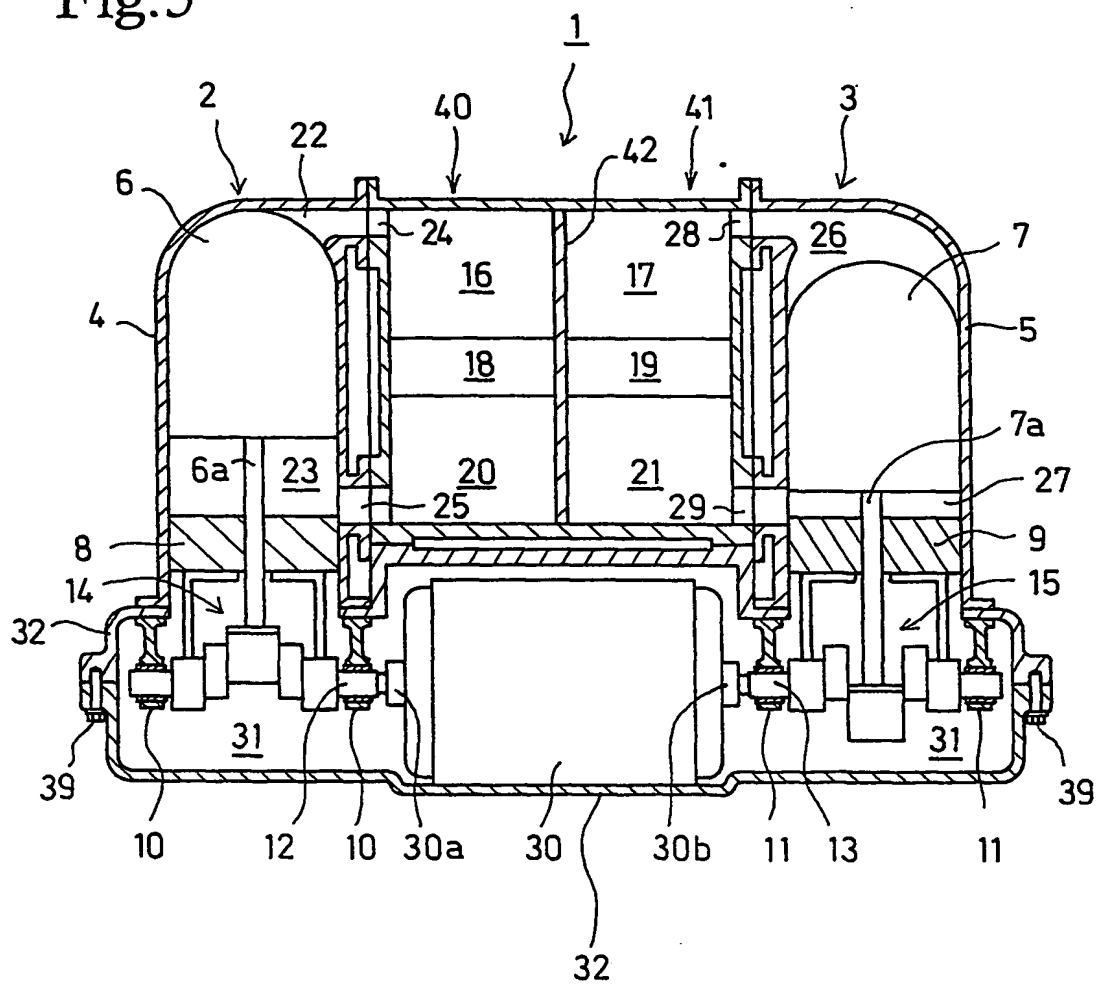


Fig.6

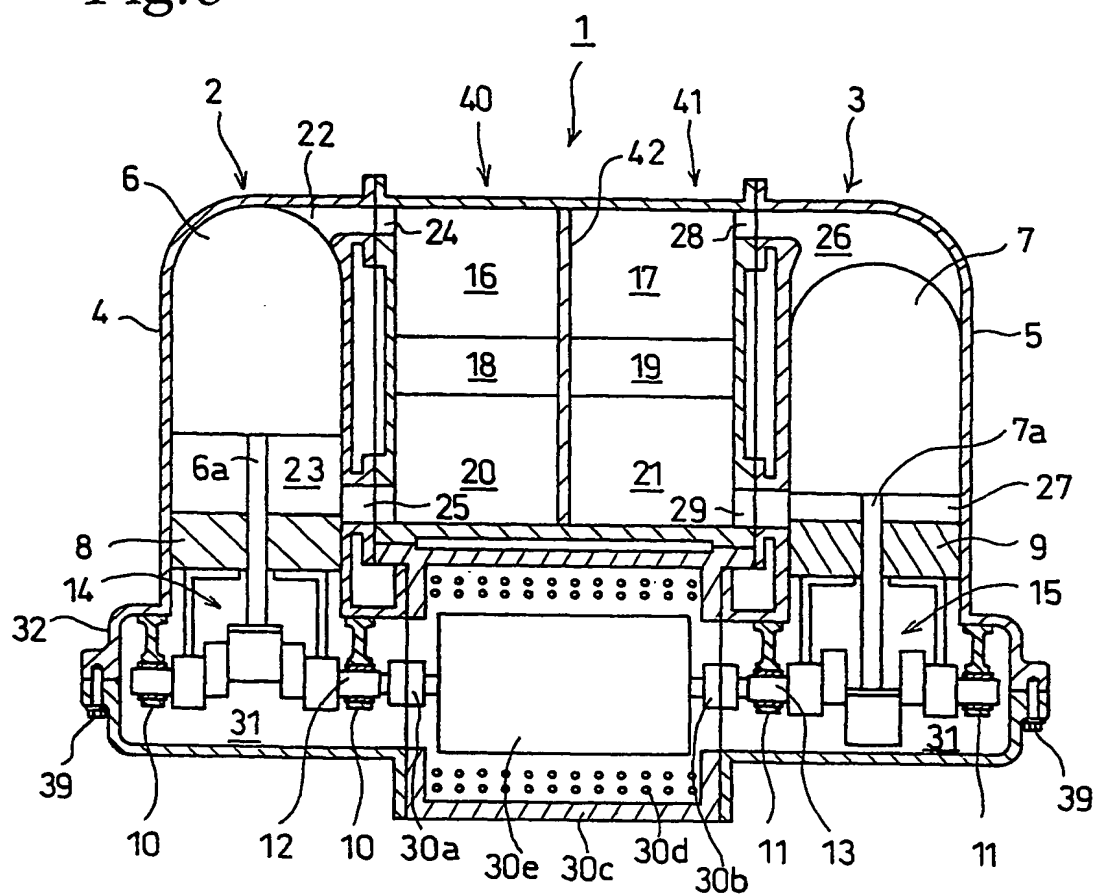
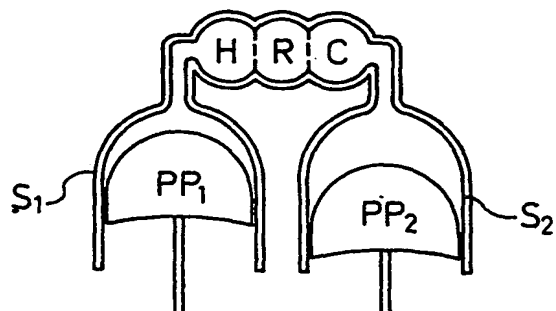
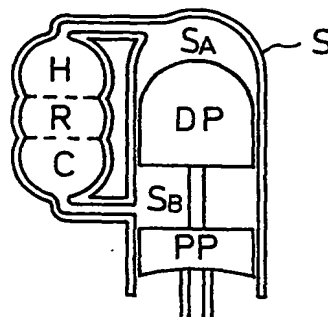


Fig.7A



α形

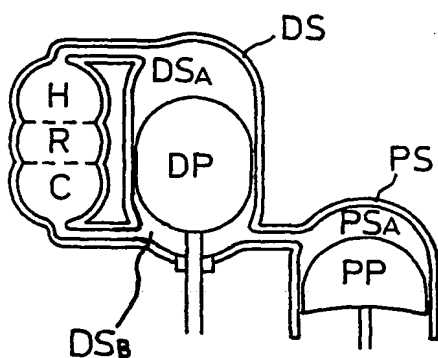
Fig.7B



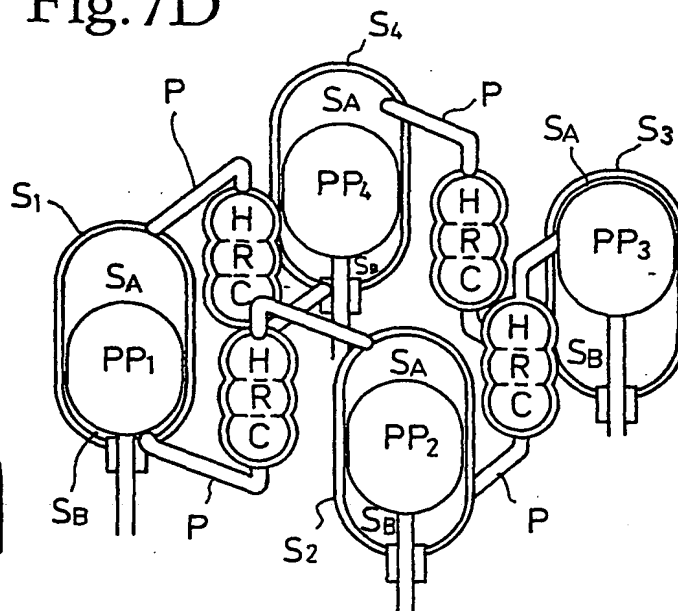
β形

Fig.7D

Fig.7C



γ形



ダブルアクティング形

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F02G1/055

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F02G1/055

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2000-146336 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 26 May, 2000 (26.05.00), Full text (Family: none) | 1-8 |
| A | JP 2000-27701 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 25 January, 2000 (25.01.00), Full text (Family: none) | 1-8 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 June, 2004 (01.06.04)Date of mailing of the international search report
15 June, 2004 (15.06.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ F02G1/055

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ F02G1/055

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A | JP 2000-146336 A (三洋電機株式会社) 2000.05.26, 全文 (ファミリー無し) | 1-8 |
| A | JP 2000-27701 A (アイシン精機株式会社) 2000.01.25, 全文 (ファミリー無し) | 1-8 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.06.2004

国際調査報告の発送日

15.6.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
植村 貴昭

3T 3019

電話番号 03-3581-1101 内線 3355